

**PRIORITY  
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



REC'D 24 OCT 2003

WIPO PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:**

102 44 528.1

**Anmeldetag:**

25. September 2002

**Anmelder/Inhaber:**

ACTS – Advanced Car Technology Systems  
GmbH & Co KG, Sailauf/DE

**Bezeichnung:**

Sensoreinrichtung und Verfahren zur Erfassung  
einer äußeren Stoßbelastung an einem Fahrzeug

**IPC:**

B 60 R 21/32

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 19. September 2003  
Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident  
Im Auftrag

*Erosig*  
Erosig

STUTTGART

Dr.-Ing. Dipl.-Phys. Eckhard Wolf\*  
Dr. rer. nat. Dipl.-Phys. Johannes Lutz\*  
Dr. rer. nat. Dipl.-Phys. Thomas Pfiz\*

BADEN-BADEN

Dr. rer. nat. Dipl.-Phys. Thilo Corts

Zustelladresse:

Hauptmannsreute 93  
D-70193 Stuttgart

Telefon 0711 - 187760

Telefax 0711 - 187765

ACTS - Advanced Car Technology Systems GmbH & Co. KG  
Kurfürst-Eppstein-Ring  
63877 Sailauf

---

Sensoreinrichtung und Verfahren zur Erfassung einer äußeren Stoßbelastung an einem Fahrzeug

---

A 16 536

## **Sensoreinrichtung und Verfahren zur Erfassung einer äußeren Stoßbelastung an einem Fahrzeug**

### **Beschreibung**

5

Die Erfindung betrifft eine Sensoreinrichtung zur Erfassung einer äußeren Stoßbelastung an einem Fahrzeug, insbesondere bei einem Fußgängeraufprall, sowie ein entsprechendes Verfahren.

10

Die fortschreitenden Anforderungen an den Personenschutz im Kraftfahrzeugverkehr machen es erforderlich, kritische Situationen äußerst rasch und zuverlässig zu detektieren, um geeignete Schutzvorkehrungen treffen zu können. Insbesondere soll bei einer Kollision eines Kraftfahrzeugs mit einem Fußgänger auch die Aufprallschwere erkannt werden, um noch mögliche verletzungs-mindernde Gegenmaßnahmen auslösen zu können. Problematisch ist es allerdings, den großen Bereich möglicher Aufprallstellen mit Einzelsensoren sicher zu erfassen, wobei unterschiedliche Einbaustellen die Absolutbewertung einer Unfallsituation weiter erschweren.

20

Ausgehend hiervon liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, die Nachteile im Stand der Technik zu vermeiden und eine Sensoreinrichtung und ein entsprechendes Sensierverfahren der vorstehend angegebenen Art dahingehend zu verbessern, daß eine selektive und sichere

25

Aufprallerkennung bzw. Kollisionserfassung speziell in einer für die wirtschaftliche Massenfertigung geeigneten Bauform erreicht wird.

- 5 Zur Lösung dieser Aufgabe wird die in den unabhängigen Patentansprüchen jeweils angegebene Merkmalskombination vorgeschlagen. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

10

- Dementsprechend wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, daß eine Sensoreinrichtung zur Erfassung einer äußeren Stoßbelastung an einem Fahrzeug, insbesondere bei einem Fußgängeraufprall, eine auf mechanische Verformung ansprechende Sensorleitung, einen die Sensorleitung aufnehmenden Tragkörper und eine mit der Sensorleitung zusammenwirkende Messeinheit zur Bereitstellung eines Messsignals umfasst, wobei der Tragkörper eine mit der Sensorleitung in Eingriff stehende Verformungsstruktur
- 15 zur abschnittsweise variierenden Druckkraftübertragung aufweist. Durch die Verwendung einer Sensorleitung ist es möglich, einen großen Außenbereich des Fahrzeugs ab-
- 20 zutasten, ohne daß eine Vielzahl von Einzelfühlern erforderlich wäre. Durch die Anpassung der Kraftübertragung mittels einer Verformungsstruktur kann berücksichtigt werden, dass die Einbaubedingungen über die Geometrie des Fahrzeugs variieren.
- 25

Eine besonders bevorzugte Ausführung sieht vor, dass die Druckkraftübertragung durch die Verformungsstruktur an die Belastungsfestigkeit der umgebenden Fahrzeugteile angepasst ist, so dass das Messsignal bei gegebener  
5 Stoßbelastung unabhängig von der Belastungsstelle bleibt. Auf diese Weise ist es möglich, die Aufprallstärke ortsunabhängig mit geringer Fehlerrate auszuwerten.

10 Um die Kraftübertragung abschnittsweise anzupassen, ist es von Vorteil, wenn die Verformungsstruktur eine Mehrzahl von über die Länge der Sensorleitung unregelmäßig verteilt angeordneten Kraftübertragungsgliedern aufweist. Dabei ist es günstig, wenn die Kraftübertra-  
15 gungsglieder unter lokaler Biegebeanspruchung auf die Sensorleitung einwirken.

Vorteilhafterweise besitzt die Verformungsstruktur zwei kammartig ausgebildete Verformungskörper, wobei die  
20 Sensorleitung vorzugsweise linear zwischen den bei Stoßbelastung ineinander greifenden Verformungskörpern verläuft.

Herstellungs- und messtechnisch ist es vorteilhaft,  
25 wenn die Sensorleitung durch eine Lichtleitfaser gebildet ist. Grundsätzlich sind auch andere Fühler denkbar, beispielsweise piezoelektrisch, pneumatisch oder hydraulisch arbeitende Aufnehmerleitungen bzw. Kabel.

Zur Lichteinspeisung und -auskopplung an einer Schnittstelle ist es von Vorteil, wenn die Lichtleitfaser zwei nebeneinander verlaufende, vorzugsweise über eine  
5 Schlaufe durchgehend verbundene Faserabschnitte aufweist.

Eine weitere vorteilhafte Ausführung sieht vor, dass die Sensorleitung, die Verformungsstruktur und die  
10 Messeinheit in einer Aufnahmehülle des Tragkörpers dicht eingeschlossen, vorzugsweise eingegossen sind, und dass der langgestreckte Tragkörper in ein Außenteil des Fahrzeugs, vorzugsweise einen Stoßfänger oder in einen Karosseriehohlraum, insbesondere eine Seitentür  
15 integriert ist.

Eine weiterer Aspekt der Erfindung besteht in einer Sensoreinrichtung zur Erfassung einer äußeren Stoßbelastung an einem Fahrzeug, insbesondere bei einem Fußgängeraufprall, mit einer Glasfaserleitung, einem die Glasfaserleitung aufnehmenden Tragkörper und einer die Glasfaserleitung mit einem Lichtsignal beaufschlagenden Messeinheit zur Bereitstellung eines Messsignals, wobei der Tragkörper bei mechanischer Verformung die Durch-  
20 leitung des Lichtsignals in der Glasfaserleitung beeinflusst. Dies lässt sich bevorzugt dadurch erreichen, dass der Tragkörper bei mechanischer Verformung bzw. Verdichtung unter Stoßbelastung mit seiner die Glasfa-  
25

serleitung umschließenden Struktur die Mantelbrechzahl der Glasfaser verändert.

5 In verfahrensmäßiger Hinsicht wird die eingangs genannte Aufgabe dadurch gelöst, dass ein Messsignal durch eine auf mechanische Verformung ansprechende Sensorleitung erzeugt wird, wobei die Druckkraftübertragung auf die Sensorleitung durch eine Verformungsstruktur lokal variiert wird, so dass das Messsignal bei gegebener  
10 Stoßbelastung unabhängig von der Belastungsstelle bleibt.

Eine weitere Variante der Erfindung sieht vor, dass Messlicht in eine Lichtleitfaser einer Sensoreinrichtung  
15 eingespeist wird und durch lokale Biegeradiusänderungen der Lichtleitfaser unter Stoßbelastung ein Signalpeak im austretenden Messlicht als Stoßsignal erfasst wird, wobei der Signalverlauf außerhalb des Signalpeaks für einen Selbsttest der Sensoreinrichtung  
20 ausgewertet wird. Hierdurch ist eine kontinuierliche Diagnose der Sensoranordnung auch im Betriebszustand möglich. Dabei kann der Signalverlauf mit um bei Überschreiten des Schwellenwerts einen Sensorfehler anzuzeigen.

25

Im folgenden wird die Erfindung anhand eines in der Zeichnung in schematischer Weise dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Es zeigen

Fig. 1 ein Kraftfahrzeug mit einer im Stoßfänger integrierten Sensoreinrichtung zur Erfassung eines Fußgängeraufpralls in schaubildlicher Darstellung;

5

Fig. 2 einen ausschnittsweisen Vertikalschnitt der Fig. 1;

Fig. 3 die Sensoreinrichtung in abgebrochenem Längsschnitt;

10

Fig. 4 einen Schnitt entlang der Schnittlinie 4-4 der Fig. 3; und

15

Fig. 5 den Signalverlauf eines mit der Sensoreinrichtung erfassten Stosssignals.

Die in der Zeichnung dargestellte Sensoreinrichtung 10 kann allgemein zur Erfassung einer äußeren Stoßbelastung an einem Fahrzeug 12 eingesetzt werden und dient insbesondere zur Sensierung eines Fußgängeraufpralls. Die Sensoreinrichtung umfasst zu diesem Zweck eine Sensorleitung 14, einen die Sensorleitung aufnehmenden langgestreckten Tragkörper 16, eine in dem Tragkörper enthaltene Verformungsstruktur 18 und eine mit der Sensorleitung zusammenwirkende Messeinheit 20 zur Bereitstellung eines Messsignals.

20

25



Wie insbesondere aus Fig. 3 und 4 ersichtlich, weist die Verformungsstruktur 18 zwei kammartige ausgebildete Teilstücke 23, 24 auf, welche bei einer äußeren Kraft-  
5 einwirkung unter lokaler Biegebeanspruchung der linearen Sensorleitung 14 begrenzt gegeneinander bewegbar sind. Die Biegebeanspruchung wird dabei durch seitlich an der Sensorleitung 14 angreifende Kraftübertragungsglieder 26 erreicht, die über die Länge der Sensorleitung  
10 in unregelmäßigen Abständen verteilt angeordnet sind. Durch eine entsprechende Wahl der Abstände kann die Kraftübertragung lokal an die Festigkeit der umgebenden Fahrzeugteile angepasst werden, so dass bei gegebener äußerer Belastung ein gleich bleibender Verformungsgrad  
15 unabhängig von der Belastungsstelle erhalten wird.

Die Sensorleitung 14 ist durch eine Lichtleitfaser bzw. ein Glasfaserkabel gebildet, das zwei parallel zueinander verlaufende, an dem in Fig. 3 nicht gezeigten Ende  
20 beispielsweise über eine Schlaufe durchgehend verbundene Faserabschnitte aufweist. Deren Lichteintritts- und Lichtaustrittsenden sind mit der opto-elektronischen Messeinheit 20 gekoppelt. In der Messeinheit 20 kann  
25 auch die Auswertesoftware geladen sein, so daß kein separates Steuergerät mehr notwendig ist. Die gesamte Anordnung ist in einer Aufnahmhülle 28 dicht eingegossen und lässt sich so einfach in das Fahrzeug 12 integrieren.

ren. Möglich ist es auch, dass die Sensorleitung 14 weitere nicht gezeigte Glasfaserkabel aufweist, welche beispielsweise für Referenzmessungen genutzt werden.

- 5 In der in Fig. 1 und 2 gezeigten Einbausituation verläuft die Sensorleitung 14 entlang dem Frontstossfänger 30 des Fahrzeugs 12, wobei der Tragkörper 16 zwischen einem vorderseitigen Absorberkörper 32 und einem rückseitigen Querträger 34 eingeschlossen ist. Grundsätzlich sind auch andere Einbauorte und Messsituationen im Fahrzeugbereich denkbar. Beispielsweise ist es möglich, dass die Verformungsstruktur nicht gesondert eingebaut, sondern an einem ohnehin vorhandenen und als Tragkörper dienenden Fahrzeugteil ausgebildet ist. Denkbar ist es
- 10 auch, die Sensoreinrichtung 10 in einen Hohlraum einer Seitentür 36 einzubauen, um einen Seitencrash zu erfassen. Eine andere Anwendung könnte darin bestehen, eine Einklemmsituation im Bereich von elektrisch betätigten Seitenscheiben oder im Bereich des Schiebedachs zu erkennen.
- 15
- 20

Bei einer äußeren Druckbelastung bzw. Stoßeinwirkung wird an der betreffenden Belastungsstelle die Lichtleitfaser 14 durch die Übertragungsglieder 26 der Verformungsstruktur 18 wellenförmig gebogen, so dass das

25 hindurchgeleitete Messlicht eine Intensitätsänderung bzw. Dämpfung erfährt. Wie in Fig. 5 gezeigt, ergibt sich entsprechend dem Ausmaß der Verformung ein (nega-

tiver) Signalpeak 38 im Signalverlauf. Dessen Amplitude dient als Maß für die Aufprallstärke. Dabei wird durch die an die Einbauverhältnisse angepasste Gestaltung der Verformungsstruktur 18 eine Absolutwerterfassung ermöglicht.

In einer alternativen Ausführungsform ist es vorgesehen, dass der Tragkörper die Glasfaserleitung bzw. Lichtleitfaser 14 unmittelbar umschließt und bei mechanischer Verformung die Mantelbrechzahl und damit die Durchleitung bzw. Dämpfung des Lichtsignals in der Glasfaserleitung beeinflusst. Dabei kann der Absorberkörper 32 im Stoßfänger zugleich als Tragkörper 14 genutzt werden.

Bei allen Ausführungsformen ist es möglich, den Signalverlauf 40 außerhalb des Signalpeaks 38 zur kontinuierlichen Selbstdiagnose der Sensoreinrichtung 10 zu nutzen. In diesem Langzeitbereich tritt ein systembedingter Dämpfungsanteil auf, der abhängig von der Temperatur, der Vorlast und weiteren Aufbauparametern eine in Fig. 5 übertrieben dargestellte Drift verursacht. Während die dynamischen Signale 38 in Sekundenbruchteilen auftreten, liegt die Zeitskala der Signaldrift deutlich darüber. Der langsam veränderliche Signalpegel wird mit einem vorgegebenen Schwellenwert 42 verglichen, bei dessen Überschreiten ein Sensorfehler diagnostiziert wird. Dabei ist es vorteilhaft, wenn der Schwellenwert

43 in Abhängigkeit von dem maximal zu erfassenden dynamischen Signal so gewählt wird, dass stets im wesentlichen die volle Peakamplitude detektiert werden kann.

Der Schwellenwert muss dabei nicht konstant gehalten  
5 werden, sondern kann auch beispielsweise in Abhängigkeit von Betriebs- und Umweltparametern nachgeführt werden.

### Patentansprüche

1. Sensoreinrichtung zur Erfassung einer äußeren Stoßbelastung an einem Fahrzeug (12), insbesondere bei  
5 einem Fußgängeraufprall, mit einer auf mechanische Verformung ansprechenden Sensorleitung (14), einem die Sensorleitung (14) aufnehmenden Tragkörper (16) und einer mit der Sensorleitung (14) zusammenwirkenden Messeinheit (20) zur Bereitstellung eines  
10 Messsignals, wobei der Tragkörper (16) eine mit der Sensorleitung (14) in Eingriff stehende Verformungsstruktur (18) zur abschnittsweise variierenden Druckkraftübertragung aufweist.
- 15 2. Sensoreinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Druckkraftübertragung durch die Verformungsstruktur (18) an die Belastungsfestigkeit der umgebenden Fahrzeugteile (32) angepasst ist, so dass das Messsignal bei gegebener Stoßbelastung unabhängig von der Belastungsstelle bleibt.  
20
3. Sensoreinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Verformungsstruktur (18) eine Mehrzahl von über die Länge der Sensorleitung  
25 (14) unregelmäßig verteilt angeordneten Kraftübertragungsgliedern (26) aufweist.

4. Sensoreinrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kraftübertragungsglieder (26) unter lokaler Biegebeanspruchung auf die Sensorleitung (14) einwirken.

5

5. Sensoreinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Verformungsstruktur (18) zwei kammartig ausgebildete Verformungskörper (22,24) aufweist, und dass die Sensorleitung (14) zwischen den bei Stoßbelastung ineinander greifenden Verformungskörpern (22,24) verläuft.

10

6. Sensoreinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Sensorleitung durch eine Lichtleitfaser (14) gebildet ist.

15

7. Sensoreinrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Lichtleitfaser (14) zwei nebeneinander verlaufende, vorzugsweise über eine Schlaufe durchgehend verbundene Faserabschnitte aufweist.

20

8. Sensoreinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Sensorleitung (14), die Verformungsstruktur (18) und die Messeinheit (20) in einer Aufnahmehülle (28) des Tragkörpers (16) dicht eingeschlossen, vorzugsweise eingegossen sind.

25

9. Sensoreinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass der langgestreckte Tragkörper (16) in ein Außenteil des Fahrzeugs (12), vorzugsweise einen Stoßfänger (30) oder in einen Karosseriehohlraum, insbesondere eine Seitentür integriert ist.
10. Sensoreinrichtung zur Erfassung einer äußeren Stoßbelastung an einem Fahrzeug (12), insbesondere bei einem Fußgängeraufprall, mit einer Glasfaserleitung (14), einem die Glasfaserleitung (14) aufnehmenden Tragkörper (16) und einer die Glasfaserleitung (14) mit einem Lichtsignal beaufschlagenden Messeinheit (20) zur Bereitstellung eines Messsignals, wobei der Tragkörper (16) bei mechanischer Verformung die Durchleitung des Lichtsignals in der Glasfaserleitung (14) beeinflusst.
11. Verfahren zur Erfassung einer äußeren Stoßbelastung an einem Fahrzeug (12), insbesondere bei einem Fußgängeraufprall, bei welchem ein Messsignal durch eine auf mechanische Verformung ansprechende Sensorleitung (14) erzeugt wird, wobei die Druckkraftübertragung auf die Sensorleitung (14) durch eine Verformungsstruktur (18) lokal variiert wird, so dass das Messsignal bei gegebener Stoßbelastung unabhängig von der Belastungsstelle bleibt.

12. Verfahren zur Erfassung einer äußeren Stoßbelastung an einem Fahrzeug (12), insbesondere bei einem Fußgängeraufprall, bei welchem Messlicht in eine  
5 Lichtleitfaser (14) einer Sensoreinrichtung (10) eingespeist wird und durch lokale Biegeradiusänderungen der Lichtleitfaser (14) unter Stoßbelastung ein Signalpeak (38) im austretenden Messlicht als  
10 Stoßsignal erfasst wird, wobei der Signalverlauf (40) außerhalb des Signalpeaks für einen Selbsttest der Sensoreinrichtung ausgewertet wird.
13. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**,  
15 dass der Signalverlauf (40) mit einem vorgegebenen Schwellenwert (42) verglichen wird, und dass bei Überschreiten des Schwellenwerts (42) ein Sensorfehler angezeigt wird.



## **Zusammenfassung**

### Sensoreinrichtung und Verfahren zur Erfassung einer äußeren Stoßbelastung an einem Fahrzeug

5

Die Erfindung betrifft eine Sensoreinrichtung und ein Verfahren zur Erfassung einer äußeren Stoßbelastung an einem Fahrzeug (12), insbesondere bei einem Fußgänger-aufprall. Die Erfindung sieht eine auf mechanische Ver-  
10 formung ansprechende Sensorleitung (14), einen die Sensorleitung (14) aufnehmenden Tragkörper (16) und eine mit der Sensorleitung (14) zusammenwirkende Messeinheit (20) zur Bereitstellung eines Messsignals vor, wobei  
15 der Tragkörper (16) eine mit der Sensorleitung (14) in Eingriff stehende Verformungsstruktur (18) zur abschnittsweise variierenden Druckkraftübertragung aufweist.

(Fig. 3)

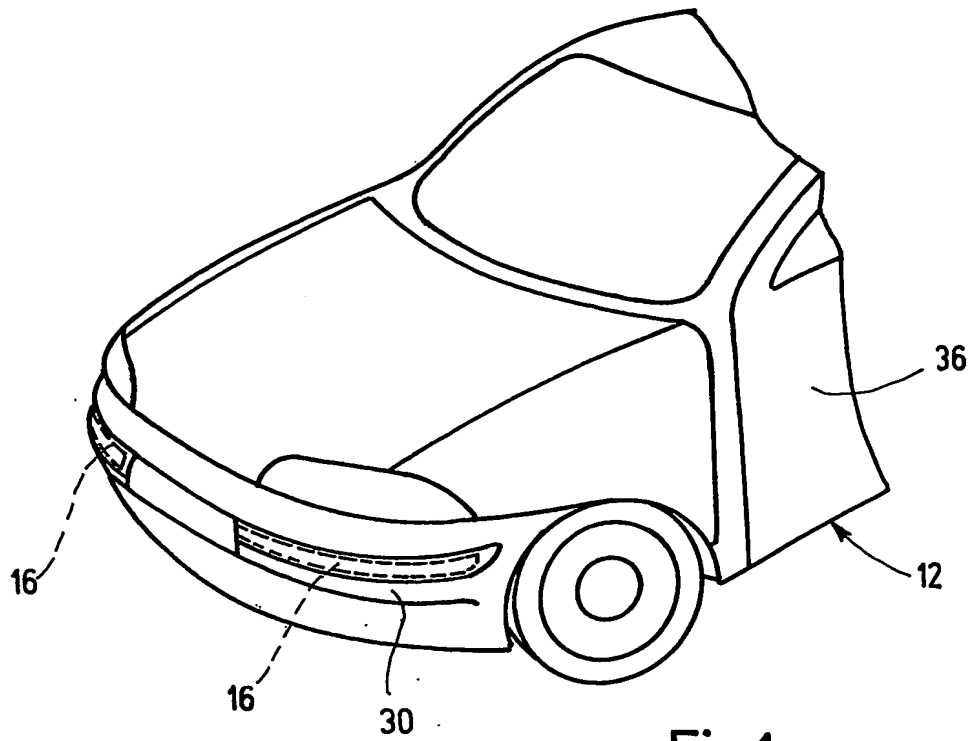


Fig.1

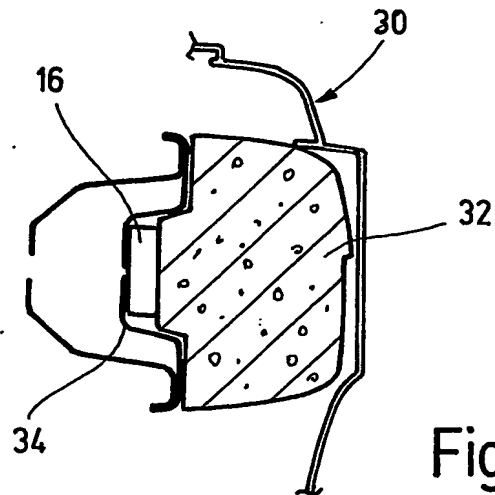


Fig.2

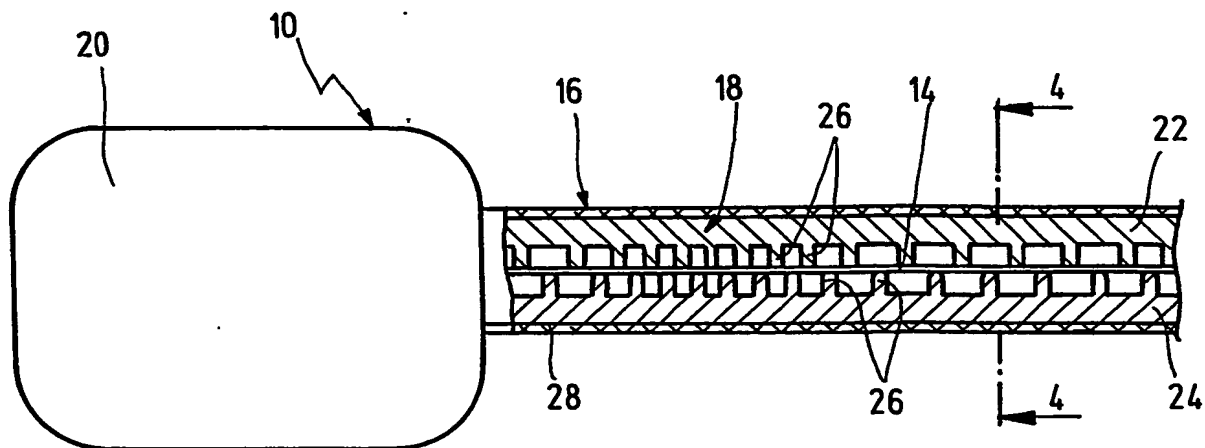


Fig.3

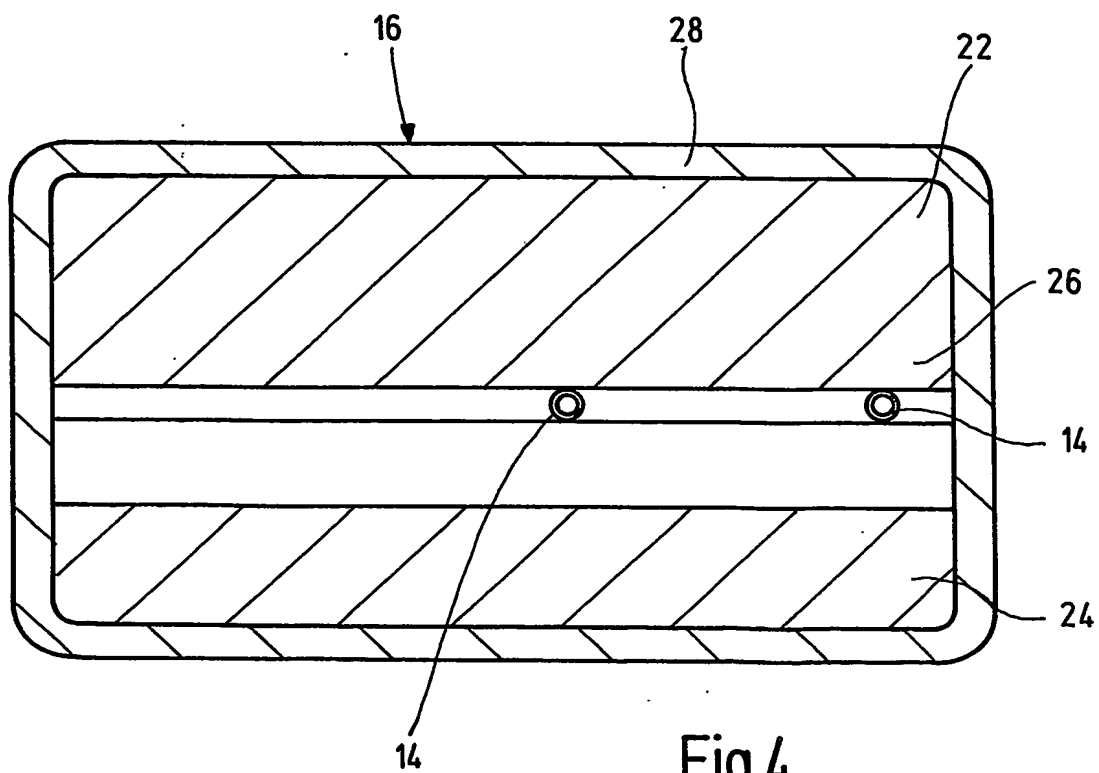


Fig.4

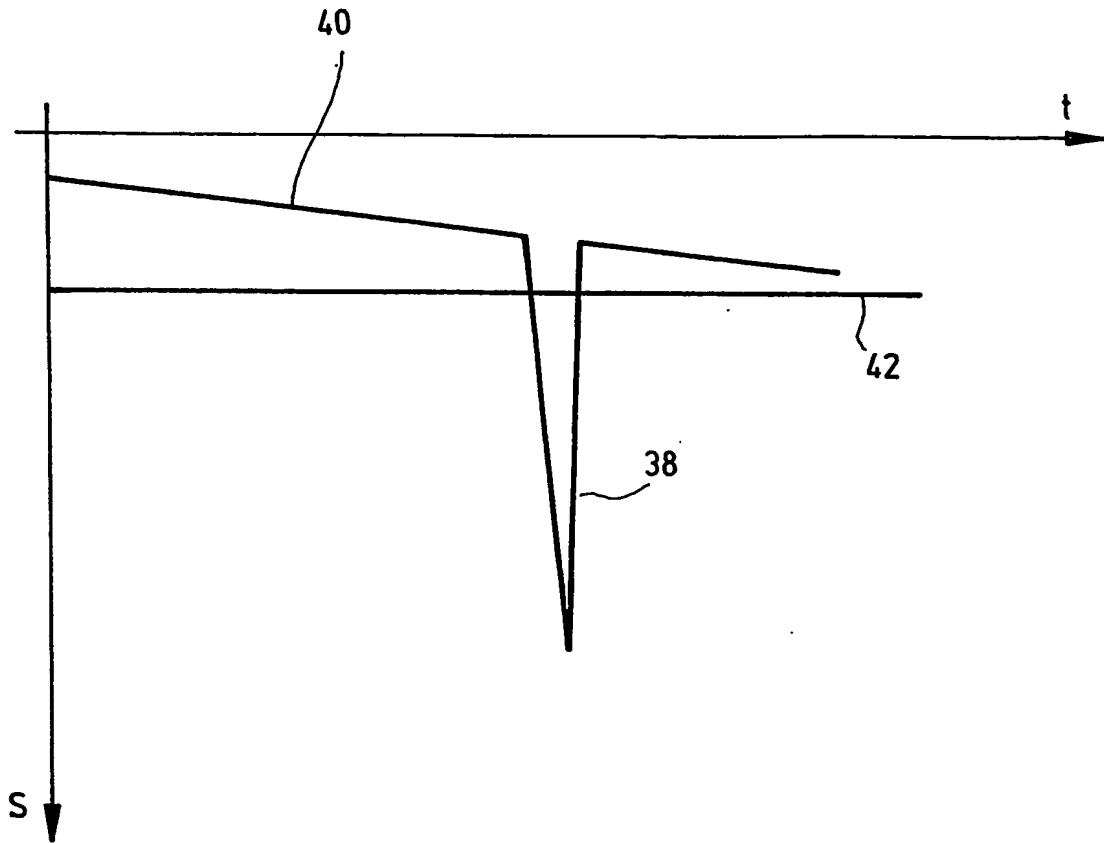


Fig.5

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**